

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-062975

(43)Date of publication of application : 05.03.1999

(51)Int.Cl.

F16C 33/32

(21)Application number : 09-245943

(71)Applicant : NIPPON SEIKO KK

(22)Date of filing : 28.08.1997

(72)Inventor : NIIZEKI KOKORO
MATSUNAGA SHIGEKI

(54) ROLLING BEARING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To use a rolling bearing in harsh environment while reducing cost by pressure-sintering a ball made of ceramic after granulation molding to manufacture the ball.

SOLUTION: In this ball bearing, balls made of silicon nitride ceramic pressure-sintered in an atmosphere of pressurizing and heating in an inert gas by a hot press after granulation molding are built in an outer ring and an inner ring. This ball has a hardness of 1550 HV, and a ratio to the true density is 100%. Hardness and fineness are therefore improved. The silicon nitride ceramic ball manufacture by this method is fine and high in strength compared to a ball made of normal pressure sintered silicon nitride ceramic, providing sufficient performance as a rolling bearing in harsh environment. Manufacturing cost is reduced by pressure-sintering after granulation molding.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-62975

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月5日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

F 1 6 C 33/32

F 1 6 C 33/32

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-245943

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月28日

(71) 出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎 1 丁目 6 番 3 号

(72) 発明者 新関 心

神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番 50 号

日本精工株式会社内

(72) 発明者 松永 茂樹

神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番 50 号

日本精工株式会社内

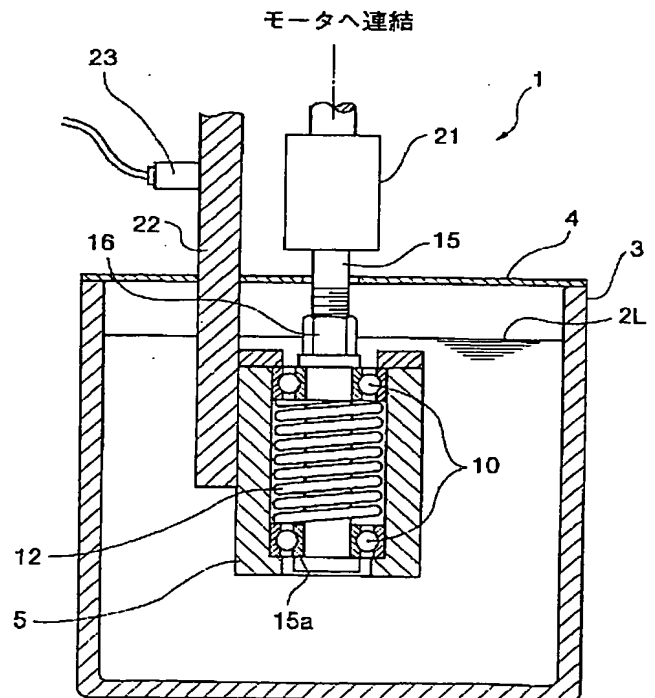
(74) 代理人 弁理士 渡部 敏彦

(54) 【発明の名称】 転がり軸受

(57) 【要約】

【課題】 コストダウンを図りつつ厳しい環境で使用する際に十分な性能を有する転がり軸受を提供する。

【解決手段】 転がり軸受は、造粒成形した後にHIPで焼結した窒化ケイ素セラミックス製のボールを、外輪および内輪に組み込んだ深みぞ玉軸受であり、内径φ6mm×外径φ15mm×幅5mmの寸法を有する。セラミックスは $Y_2O_3 \cdot Al_2O_3$ 添加の窒化ケイ素を主成分とする。外輪および内輪である軌道輪はセラミックスあるいは金属で製造される。セラミックボールは造粒成形した後に加圧焼結されているので、硬さ1550HV、真密度に対する割合100%の特性を有し、従来と比べて硬さや緻密さが向上している。そして、油中、真空中、水中の3つの環境での試験では、セラミックボールに何も損傷が見られなかった。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 セラミックスからなる玉を有した転がり軸受において、前記セラミックスからなる玉は造粒成形した後に加圧焼結して製造されたものであることを特徴とする転がり軸受。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、セラミックスからなる玉を有した転がり軸受に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、セラミック軸受の材料として、例えば、特公平 7-37814 号公報に示されるように HIP（ホットアイソスタティックプレス）や GPS（ガス圧焼結）で加圧焼結した窒化ケイ素セラミックスを用いることが主流であった。そして、今後、セラミック軸受の展開を図るためにはコストダウンが大きな課題となっている。

【0003】また一方、加圧焼結の窒化ケイ素セラミックスよりも安価なセラミックスとして、常圧焼結の窒化ケイ素、炭化ケイ素、アルミナ、ジルコニアをセラミック軸受に用いたものが知られている（特許番号第 2549636 号参照）。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、常圧焼結のセラミックスでは、加圧焼結した窒化ケイ素セラミックスと比べて材料強度が基本的に低く、厳しい環境での転がり軸受用材料として十分な性能が得られないという問題があった。

【0005】そこで、本発明は、コストダウンを図りつつ厳しい環境で使用する際に十分な性能を有する転がり軸受を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の請求項 1 に記載の転がり軸受は、セラミックスからなる玉を有した転がり軸受において、前記セラミックスからなる玉は造粒成形した後に加圧焼結して製造されたものであることを特徴とする。造粒成形とは、振動を加えて粉体を運動させながら雪だるま式に粒径を大きくする成形方法であり、転動造粒法などが知られている。この造粒成形は金型成形による一軸プレスと異なり、成形体の密度および強度を向上できる。

【0007】また、前記玉は窒化ケイ素を主成分とするセラミックスからなり、造粒成形した後に HIP（Hot Isostatic Press）で焼結して製造されたものであることが好ましい。HIP は不活性ガス中で圧力をかけながら加熱する雰囲気加圧焼結であり、硬さや緻密さを向上できる。

【0008】

【発明の実施の形態】本発明の転がり軸受の実施の形態について説明する。本実施の形態における転がり軸受は

ハードディスクドライブ（HDD）に適用されるものであり、造粒成形した後に HIP で焼結した窒化ケイ素セラミックス製のボール（セラミックボール）を、外輪および内輪に組み込んだ深みぞ玉軸受である。

【0009】外輪および内輪である軌道輪はセラミックスあるいは金属で製造される。軌道輪の製造に使用されるセラミックスは、窒化ケイ素の他に炭化ケイ素、ジルコニア、アルミナ等を加圧焼結（HIP、GPS、HP＝ホットプレス）、常圧焼結あるいは反応焼結したものである。また、軌道輪の製造に使用される金属は、軸受鋼、耐熱鋼（高速度工具鋼、AISI、M50、インコネル等）、ステンレス鋼（SUS440C、SUS630等）である。

【0010】保持器の材料はナイロン、フッ素樹脂、ポリアミド樹脂、炭素鋼、ステンレス鋼などであり、特に限定されない。

【0011】尚、転がり軸受の形式としては、深みぞ玉軸受の他に、アンギュラ玉軸受、スラスト玉軸受、マグネット玉軸受、4点接触玉軸受、自動調心玉軸受などが挙げられ、全ての玉軸受に適用可能である。

【0012】このように、造粒成形した後に加圧焼結された本実施形態のセラミックボールでは、硬さが 1550HV、真密度に対する割合が 100% である。一方、一軸加圧した後に常圧焼結された従来のセラミックボールでは、硬さが 1400HV、真密度に対する割合が 98～99% である。このように、本実施形態のセラミックボールでは、硬さや緻密さが向上している。

【0013】本実施形態の転がり軸受の効果を確認するために、油中、真空中、水中の 3 つの環境で試験を行う。図 1 は油中または水中での転がり軸受の回転性能を評価する試験機の構成を示す断面図である。

【0014】試験機 1 では、油または水が貯えられた浴槽 3 の中に筒状のハウジング 5 が浸されている（油または水の液面 2 L）。ハウジング 5 の内側には、試験軸受としての転がり軸受 10 が上下に一对設けられており、その間にはコイルバネ 12 が介装されている。コイルバネ 12 によって一对の転がり軸受の外輪は軸方向外側に押圧された状態でハウジング 5 内に固定される。

【0015】一对の転がり軸受 10 の内輪には浴槽 3 のふた 4 を貫通する主軸 15 が内嵌されており、軸端に形成された段部 15 a およびねじ 16 の下面にそれぞれ接している内輪の軸方向位置を、ねじ 16 で締め付けることにより調整し、軸受に架かるスラスト予圧を調節することができる。

【0016】また、主軸 15 はカップリング 21 を介して図示しないモータの回転軸に連結されている。さらに、ハウジング 5 の側面には板材 22 が取り付けられており、板材 22 の上部には振動加速度ピックアップ 23 が設けられている。

【0017】この試験機 1 では、図示しないモータを回

10

20

30

40

50

転させて油中または水中で転がり軸受 1 0 の内輪を回転させておき、ハウジング側面に取り付けられた板材 2 2 を介して振動加速度ピックアップ 2 3 で振動加速度を検出することにより、油中または水中での転がり軸受の回転性能を評価することができる。

【0018】図 2 は真空中での転がり軸受の回転性能を評価する試験機の構成を示す断面図である。試験機 3 1 は磁性流体シールユニット 3 3 で密閉された真空チェンバ 3 5 を有する。真空チェンバ 3 5 内にはハウジング 3 8 が収納されており、ハウジング 3 8 の内側には試験軸 10

受として一对の転がり軸受 4 0 が装着されている。【0019】ハウジング 3 8 の軸方向端面には転がり軸受 4 0 の外輪の軸方向位置を規制するボス部 4 1 が嵌合されており、ボス部 4 1 の端面にはレバー 4 2 が当接している。レバー 4 2 が揺動自在に取り付けられた微小荷重変換器 4 5 は歪みゲージを有し、レバー 4 2 によるたわみによりハウジング 3 8 の回転トルクを測定する。

【0020】また、一对の転がり軸受 4 0 の内輪には磁性流体シールユニット 3 3 の出力軸 3 3 a が内嵌されており、出力軸 3 3 a の端部にはスプリング 4 8 により付

* 勢されるボス部 5 1 が内輪に当接した状態で挿通されており、転がり軸受 4 0 にスラスト予圧を加えている。

【0021】磁性流体シールユニット 3 3 の入力軸 3 3 b にはプーリ 5 4 が嵌合されており、ベルト 5 6 を介してモータ 5 8 の回転軸に軸支されたプーリ 5 9 と連結されている。

【0022】この試験機 3 1 では、真空チェンバ 3 5 内を真空状態にしてモータ 5 8 を回転させておき、微小荷重変換器 4 5 でハウジング 3 8 の回転トルクを測定することにより、真空中での転がり軸受の回転性能を評価することができる。

【0023】

【実施例】転がり軸受の実施例について説明する。試験軸受としての転がり軸受には、表 1 に示す深みぞ玉軸受が用いられる。実施例では造粒成形した後に H I P で加圧焼結することにより製造されたセラミックボールを示し、比較例では造粒成形した後に常圧焼結することにより製造されたセラミックボールを示す。

【0024】

【表 1】

供試体 No.	外輪・内輪	ボール
実施例 1	軸受鋼	造粒成形－HIP 窒化ケイ素セラミックス
比較例 1	軸受鋼	造粒成形－常圧焼結窒化ケイ素セラミックス

深みぞ玉軸受 6 9 6 は内径 $\phi 6 \text{ mm}$ × 外径 $\phi 15 \text{ mm}$ × 幅 5 mm の寸法を有する。ボールの製造方法は焼結法に関連する工程を除いて従来と同じであり、セラミックスは $\text{Y}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 添加の窒化ケイ素を主成分とする。

【0025】〔油中性能試験〕表 2 に油中での試験条件を示す。

【0026】

【表 2】

〔試験条件〕	荷重(アキシャル): 118N 回転速度: 8000min ⁻¹ 潤滑: ISO VG68 潤滑油 温度: 室温
--------	--

※ 2 個の試験軸受には、同一の供試体 No. のものが組で用いられる。回転の異常は振動加速度の上昇によって検知し、初期振動加速度値の 3 倍になった時点を転がり寿命と判断した。1000 時間経過しても、振動加速度の上昇が見られない場合、試験を打ち切りとした。

30 【0027】表 3 に試験結果を示す。

【0028】

【表 3】

※

供試体 No.	寿命時間, h	追い番	ボールの損傷状態
実施例 1	1000 →	その 1	損傷なし
		その 2	損傷なし
比較例 1	206	その 1	1 個に剥離発生
		その 2	2 個に剥離発生

造粒成形－常圧焼結窒化ケイ素セラミックボールを組み込んだハイブリッド軸受(比較例 1)では、合計 3 個のボールに剥離が生じたが、造粒成形－HIP 窒化ケイ素セラミックボールを組み込んだハイブリッド軸受(実施例 1)では、セラミックボールに何も損傷が見られなかった。

【0029】〔水中性能試験〕試験条件を表 4 に示す。 50 2 個の試験軸受には同一の供試体 No. のものが組で用

【0030】

【表 4】

〔試験条件〕	荷重(アキシャル): 59N 回転速度: 3000min ⁻¹ 潤滑: 水道水 温度: 室温
--------	--

いられる。回転の異常は振動加速度の上昇によって検知し、初期振動加速度値の3倍になった時点を転がり寿命と判断した。500時間を経過しても、振動加速度の上昇が見られない場合、試験を打ち切りとした。表5に試験

結果を示す。

【0031】

【表5】

供試体No.	寿命時間,h	追い番	ボールの損傷状態
実施例1	500→	その1	損傷なし
		その2	損傷なし
比較例1	187	その1	全数に微小剥離発生
		その2	全数に微小剥離発生

造粒成形-常圧焼結窒化ケイ素セラミックボールを組み込んだハイブリッド軸受（比較例1）では、ボール全数に微小剥離が生じたが、造粒成形-HIP窒化ケイ素セラミックボールを組み込んだハイブリッド軸受（実施例1）では、セラミックボールに何も損傷が見られなかった。

【真空中試験評価】試験条件を表6に示す。

【0032】

【表6】

【試験条件】	荷重（アキシャル）：59N 回転速度：1000min ⁻¹ 潤滑：なし 温度：室温 圧力：1Pa
--------	---

20

2個の試験軸受には、同一の供試体No.のものが組で用いられる。回転の異常は微小荷重変換器による回転トルク値の上昇によって検知し、初期回転トルク値の3倍になった時点を転がり寿命と判断した。500時間を経過しても、回転トルクの上昇が見られない場合、試験を打ち切りとした。表7に試験結果を示す。

【0033】

【表7】

供試体No.	寿命時間,h	追い番	ボールの損傷状態
実施例1	500→	その1	損傷なし
		その2	損傷なし
比較例1	324	その1	全数に微小剥離発生
		その2	全数に微小剥離発生

造粒成形-常圧焼結窒化ケイ素セラミックボールを組み込んだハイブリッド軸受（比較例1）では、ボール全数に微小剥離を生じたが、造粒成形-HIP窒化ケイ素セラミックボールを組み込んだハイブリッド軸受（実施例1）では、セラミックボールに何も損傷は見られなかった。

【0034】

【発明の効果】本発明の請求項1に記載の転がり軸受によれば、セラミックスからなる玉を有した転がり軸受において、前記セラミックスからなる玉は造粒成形した後に加圧焼結して製造されたものであるので、この方法によって製造された窒化ケイ素セラミック製のボールは、常圧焼結窒化ケイ素セラミック製のボールに比べて緻密かつ高強度であり、厳しい環境での転がり軸受用として

十分な性能（転がり寿命）が得られる。また、造粒成形した後に加圧焼結することで従来に比べて製造コストを下げることができる。

【0035】このように、コストダウンを図りつつ厳しい環境で使用する際に十分な性能を有する転がり軸受を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】油中または水中での転がり軸受の回転性能を評価する試験機の構成を示す断面図である。

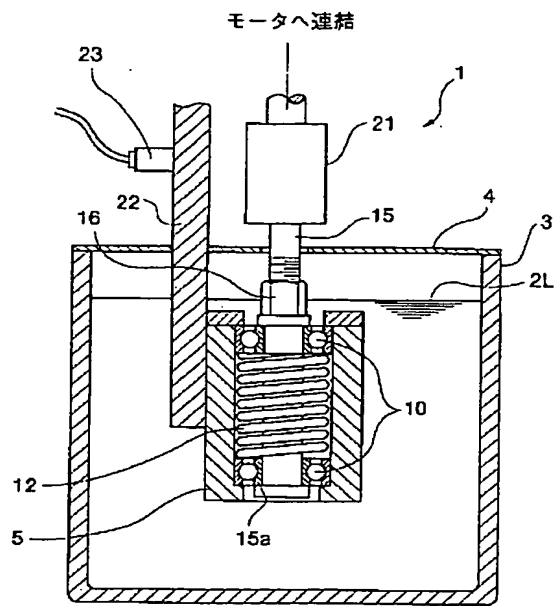
【図2】真空中での転がり軸受の回転性能を評価する試験機の構成を示す断面図である。

【符号の説明】

1、31 試験機

10、40 転がり軸受

【図 1】



【図 2】

